Ueber den

Bakteriengehalt der Ill

oberhalb der Einmündung

der Strassburger Schmutzwässer.

INAUGURAL-DISSERTATION

der medicinischen Facultät

der

KAISER-WILHELMS-UNIVERSITÄT-STRASSBURG

zur Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Ernst Meyer

aus Hannover.

Strassburg i/E.

Josef Singer, medic. Buchhandlung.

1901.

613.34
M57u
pam

REMOTE STORAGE

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Strassburg.

Referent: **Prof. Dr. Forster.**

Aus dem Institut für Hygiene und Bakteriologie
an der Universität Strassburg.

Von grosser hygienischer Bedeutung ist in den letzten 20 Jahren die Frage von der Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse geworden, und es ist über diese Fragen eine grosse Reihe von Arbeiten erschienen. Bei der immermehr zunehmenden Einführung der Wasserleitung in den Städten, ist naturgemäss der Gebrauch an Wasser für Reinigungszwecke und zum Fortschwemmen der Fäcalien und sonstigen Abfallstoffe gewaltig gestiegen. Während man nämlich früher die Fäcalien in Gruben sammelte und in Tonnen abfuhr und zur Düngung der Felder benutzte, kommt dies System bei dem Wachsen der Städte immer mehr und mehr ab, und geht man dazu über, die Fäcalien mittelst Wasser durch die Kanäle fortzuschwemmen. Man suchte dann die Kanalwässer von dem Unrat auf den sogenannten Rieselfeldern oder ähnlichen Anlagen zu reinigen und dann das so geklärte Wasser in die Flussläufe hineinzuleiten. Aber eben durch die gewaltige Zunahme der Bevölkerung in den Städten und dadurch, dass fast überall die

23686

Anschlüsse an die Kanäle hergestellt wurden, erwiesen sich die Rieselfelder als ungenügend und musste zu einer Vergrösserung derselben geschritten werden.

Doch die stetig steigenden Grundstückspreise, sowie die teuren Kosten der Unterhaltung dieser Anlagen liessen nun die Frage auftauchen, ob man nicht die Kanalsysteme direkt in die Flussläufe ausmünden lassen könne. Natürlich erhoben sich überall in den beteiligten Kreisen Stimmen, welche auf eine eintretende Verunreinigung der Flussläufe und dadurch etwa entstehende Schädlichkeiten hinwiesen. Hierdurch entstand nun wieder die Frage: „In wieweit werden die Flüsse durch die eingeleiteten Abwässer der Städte verunreinigt, und wie reinigt sich das Flusswasser auf seinem weiteren Lauf von den ihm aus den Städten zugeführten Verunreinigungen“? Sehr zahlreich sind die Arbeiten und Gutachten, die über diese Frage von den Städten verlangt und von den mit der Ausarbeitung dieser Frage betrauten Hygienikern geliefert wurden. Ich erinnere nur an die bakteriologischen und chemischen Untersuchungen von *Franck* [1]), *Spitta* [2]), *Dirksen* [3]), *Dräer* [4]), *Lehmann* [5]), sowie an

---

[1]) G. Frank. Die Veränderungen des Spreewassers innerhalb und unterhalb Berlin in bacteriologischer und chemiseher Hinsicht. Zeitschrift für Hygiene. Bd. III. S. 355.

Id. i. d. Jahren 1886 u. 1896. Zeitschr. f. Hyg. Bd. XXXII. S. 187.

[2]) O. Spitta. Untersuchungen über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse. Archiv f. Hyg. Bd. XXXVIII. S. 160.

die verschiedenen Gutachten, die im Auftrage des Kaiserlichen Reichsgesundheitsamts von *Ohlmüller*[1]) u. A. geliefert wurden.

Um nun die Frage zu lösen, wie das Flusswasser durch die Abwässer der Städte verunreinigt wird, und wie die Selbstreinigung geschieht, ist es dringend notwendig, zu wissen, wie sich das Wasser der Flüsse oberhalb der durch die städtischen Abwässer verunreinigten Stellen verhält. Gerne folgte ich daher der Aufforderung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Professor Dr. *Forster*, eine derartige bakteriologische Untersuchung des Illwassers vorzunehmen. Für diese wäre natürlich das Ideal, wenn sie an einem Platze ausgeführt werden könnte, wo dem Fluss noch von keinen an seinem oberen Lauf liegenden Fabriken oder Ortschaften verunreinigende Abwässer zugeführt sind. In den allermeisten Fällen ist dies nun leider unmöglich, da

---

[3]) Die Veränderungen des Spreewassers auf seinem Laufe durch Berlin in bacteriologischer und chemischer Hinsicht. H. Dirksen und O. Spitta. Archiv für Hygiene. Bd. XXXV. p. 83.

Dies. Autoren. Erwiderung auf G. Franck. Zeitschr. f. Hyg. Bd. XXXIII. S. 363.

[4]) A. Dräer. Das Pregelwasser oberhalb, innerhalb und unterhalb Königsberg, in bacteriologischer und chemischer Beziehung, sowie hinsichtlich seiner Brauchbarkeit als Leitungswasser, nebst einigen Bemerkungen über die Selbstreinigung der Flüsse und über die Einleitung von Abwässern in Flussläufe. Zeitschrift f. Hygiene. Bd. XX. S. 323.

[5]) Lehmann a. a. O.

[1]) Ohlmüller. Gutachten, betr. d. Verunreinigung der Saale zwischen Halle und Barby. Arbeiten aus d. Kaiserlichen Gesundheitsamt. Bd. XII. S. 285, 1896.

man ja auf die Verarbeitung des Wassers in den Laboratorien angewiesen ist, deren Lage ja nicht immer den Wünschen des Einzelnen entsprechen kann.

Auch bei der Strassburg durchfliessenden Ill liegen die Verhältnisse so, dass sie schon vorher auf ihrem Lauf vom Jura bis Strassburg mancherlei Verunreinigungen empfängt. Ich musste nun darauf Bedacht nehmen, dass mein Untersuchungsmaterial an einer Stelle entnommen wurde, welche möglichst frei von allen die Untersuchung beeinträchtigenden Mängeln war. Es wurde deshalb zur Entnahme des Wassers die sogenannte Fischerinsel gewählt, ein Platz, welcher einige Kilometer oberhalb der Stadt Strassburg, zwischen dieser und den Orten Illkirch-Grafenstaden liegt. Es sind dies 2 Fabrikorte, die auch ihre Abwässer teilweise der Ill überliefern. Es wurde aber trotzdem die Fischerinsel gewählt, weil dieser Platz von Strassburg aus leicht mit der elektrischen Bahn zu erreichen war und so auch das Wasser möglichst schnell zur Untersuchung kommen konnte.

Die Untersuchungen selbst wurden folgendermassen ausgeführt. Es wurden an der vorher beschriebenen Stelle (Fischerinsel) jedesmal 5 Proben des Wassers entnommen und zwar

Probe I: von der Oberfläche des Uferwassers
Probe II: aus einer Tiefe von 50 cm
Probe III: in der Mitte von der Oberfläche
Probe IV: in der Mitte 50 cm tief
Probe V: in der Mitte 2 m tief.

Zur Entnahme des zu untersuchenden Wassers benutzte ich Flaschen, welche mit einem Gummistopfen verschlossen waren, auf dem zur Sicherheit noch ein Bausch Watte sich befand. Die ganze Flasche wurde in Fliesspapier eingewickelt und dann so verpackt sorgfältig sterilisiert. Nachdem jede Verunreinigung der Flasche ausgeschlossen war, wurde erst an der Schöpfstelle das Papier von der Flasche entfernt und die Flasche selbst in den hier für derartige Zwecke am bakteriologischen Institut bisher angewandten Wasserschöpfapparat hineingesetzt. Der Apparat (cfr. Fig. 1) besteht aus einem 2 m langen mit Maszen versehenem Messingstab, an dessen unterem Ende seitswärts eine runde Platte **b**, über dieser Platte ist ein fester Ring **c** und über diesem ein Ring **d**, der an einer Oese am Stabe auf und abbewegt werden und mittelst einer Schraube an demselben in jeder Höhe festgemacht werden kann. Auf die untere Platte **b** wird nun die zu füllende in steriles Papier eingehüllte Flasche unter Entfernung des Papiers gesetzt; dann wird der Ring **c** soweit herabgelassen, dass er dem Flaschenhals fest anliegt und wird in dieser Höhe mittelst der vorher erwähnten Schraube befestigt und ist dann gebrauchsfertig. Mit diesem Apparat wurde das Wasser geschöpft, indem der Stab mit der Flasche bis zu der gewünschten Tiefe schnell ins Wasser eingetaucht, einige Minuten unten gehalten und dann möglichst schnell in die Höhe gezogen wurde, wo ich sofort den Hals der Flasche mit einem sterilen Gummistopfen verschloss. Bei der Benutzung dieses Apparates lag jedoch die

Gefahr nahe, dass bei dem Eintauchen oder dem Heraufziehen der Flaschen auch Wasser aus anderen als der gewünschten Tiefe in die Gefässe hineinkam. Herrn Professor *Forster* gelang es nun, einen Apparat zu konstruieren, bei welchem jener Fehler völlig ausgeschlossen erscheint. Das Instrument besteht aus einem $2\,^3/_4$ m langen Messingstabe **a**, der sich in 3 Teile zerlegen lässt und so bequem transportabel ist. Um den unteren Teil des Stabes befindet sich von **b** bis **c** (cfr. Fig. 2) eine starke Spirale, an der Stelle **f** ist dann ein am Stabe beweglicher Ring angebracht, um den Hals der Flasche festzuhalten. Ferner ist in **d** dann ein fester Ring, in welchem die Flasche fixiert wird und bei **e** eine Messingplatte, auf welcher die Flasche ruht. In **g** ist am untern Ende der Spirale ein Haken **i**, nebst einer durchbohrten Messingplatte **k** angebracht. An diesem Haken **i** wird mit einem Karabinerverschluss ein Bindfaden befestigt, der durch den Führungsring **h** läuft. Die Flasche ist verschlossen durch einen Gummistopfen, welcher von einer ziemlich langen Schraube durchbohrt ist, deren oberes Ende eine Oese **l** durch die durchbohrte Platte **k** hindurchreicht, während ihr unteres Ende in den Flaschenhals hineinragt. Ist der Apparat mit der Flasche versehen, so wird die Oese **l** quer zu der Oeffnung der Platte **k** gestellt und der Apparat bis zu der beabsichtigten Tiefe eingetaucht. Dann wird kräftig an der Schnur gezogen, wodurch der Stopfen von dem Flaschenhals entfernt und gleichzeitig die Feder **b c** stark zusammengedrückt wird. Hat man dann die Flasche eine Zeit lang unter

Wasser geöffnet gehalten, so lässt man die Schnur los, worauf durch den Druck der Spirale die Flasche fest geschlossen wird. Hierbei dient die den Stopfen durchbohrende Schraube als Führung für denselben.

Bei Benutzung dieses Apparates ist man sicher, nur Wasser aus der gewünschten Tiefe zu haben. Ausser diesem Instrument, das sich bei meinen Untersuchungen sehr gut bewährte, sind zu demselben Zweck in den letzten Jahren noch verschiedene andere angegeben, wie z. B. von *Arthur Dräer*[1]), *H. B. Hill*[2]), *U. Passigli*[3]), *Heyroth*[4]) u. a., die unserm Apparat gegenüber ihre Vorzüge und Nachteile haben. Da wir es mit strömendem Wasser zu thun hatten, wurden die Proben, welche von einem Boot aus geschöpft wurden, natürlich von der dem Oberlauf des Flusses zugekehrten Seite genommen, da wir im andern Fall leicht Verunreinigungen vom Boote erhalten hätten.

Um einen für meine Zwecke geeigneten Nährboden zu finden, wurden mehrere Vorversuche mit den verschiedenen gebräuchlichen Nährmedien gemacht, deren Resultat folgendes war: Die von

---

[1]) A. Dräer; a. a. O.

[2]) H. B. Hill; An apparatus for the collection of samples of water for chemical, microscopical and bacteriological analysis. Reports and Papers of the American Public Health. Assoc. vol. 23. p. 193.

[3]) U. Passigli. — Di un nuovo apparecchio atto a prelevare campioni d'acqua da strati profondi per ricerche batterioscopiche (Settimana med. no. 22).

[4]) W. Ohlmüller, Die Untersuchung des Wassers. Berlin 1896.

älteren Autoren, wie *Franck* [1]), *Kabrhel* [2]) und *Spitta* [3]) angewandte Gelatine ist für Flusswasseruntersuchungen unbrauchbar, da die mit Flusswasser versetzten Nährböden zweckmässig bei Temperaturen von etwa 30° aufbewahrt werden, wobei gewöhnliche Gelatine bekanntlich aber schon schmilzt. Hierfür käme nun die von Herrn Professor *Forster* [4]) angegebene Gelatine mit hohem Schmelzpunkt in Betracht, die, wenn sorgfältig hergestellt, erst bei Temperaturen von mehr als 30° Celsius schmilzt. Aber auch diese wollte ich nicht gern für meine Untersuchungen benutzen, da bei Anwesenheit von verflüssigenden Keimen, die in fliessendem Oberflächenwasser meist sehr zahlreich vorhanden sind, dieser Nährboden schon nach kurzer Zeit verflüssigt wird, so dass eine Zählung der gewachsenen Kolonieen unmöglich ist. Diese auch von *Hesse* und *Niedner* [5]) gefundenen Uebelstände liessen also den Gebrauch von Gelatine als nicht wünschenswert erscheinen und wiesen auf das für diese Zwecke geeignetere Agar-Agar hin.

---

[1]) Franck a. a. O.

[2]) Kabrhel in Prag, bacter. u. kritisch. Studien über d. Verunreinigung u. Selbstreinigung. der Flüsse. Arch. f. Hyg. Bd. 30, Heft 1, S. 1. 1897.

[3]) Spitta a. a. O.

[4]) J. Forster, Nährgelatine mit hohem Schmelzpunkt. Centralbl. f. Bakteriol. Bd. 22, 1897, S. 341.

C. C. v. d. Heide, Gelatinöse Lösungen und Verflüssigungspunkt der Nährgelatine.

Arch. f. Hygiene, Bd. 31, Heft 1. 1897, S. 82 und Inaug.-Diss. Strassburg 1897.

[5]) W. Hesse u. Niedner; die Methodik der bakteriologischen Wasseruntersuchungen. Zeitschr. f. Hyg., Bd. 29. S. 454, 1898.

Auf dem gewöhnlich angewandten Nähragar, welches aus

Fleischwasser	1000,0
Pepton (Witte)	10,0
Kochsalz	5,0
Agar	12—15,0
Gummi arabic.	5,0

besteht, fand ich im Vergleich mit andern Nährböden, dass auf diesem verhältnismässig wenig Kolonien wuchsen. In dieser Hinsicht weit geeigneter fand ich einen am hiesigen Institut gerade für Wasseruntersuchungen viel benutzten Nährboden, der aus

Wasser	1000,0
Agar-Agar	12,5
Pepton (Witte)	7,5

hergestellt worden war. Dieser Nährboden hat jedoch den Nachteil, dass er selbst bei sorgfältigem mehrmaligen Filtrieren und Abkochen mit Hühnereiweiss leicht trübe ist und dann das Zählen der Kolonien sehr erschwert.

Alle diese Nachteile werden vermieden durch den von *Hesse* und *Niedner* angegebenen mit Nährstoff *Heyden* hergestellten Agarnährboden, der aus

Wasser	490,0
Agar-Agar	6,25
Nährstoff Heyden	3,75

zusammengesetzt ist. Dieser ist in jeder Hinsicht für Wasseruntersuchungen als brauchbar zu bezeichnen, wenn er auch den Nachteil hat, dass sich in ihm leicht kleinste Gasbläschen bilden, die von dem ungeübten Untersucher möglicherweise als

Kolonien mitgezählt werden, was sich jedoch bei einiger Aufmerksamkeit leicht vermeiden lässt. In diesen Nährboden wurden nach tüchtigem Schütteln der Flaschen mittelst geaichter Platinspiralen bestimmte Mengen des zu untersuchenden Wassers gebracht. Diese Spiralen wurden deshalb gewählt, weil bei Benutzung von Pipetten die Anzahl der zur Entwicklung kommenden Keime auf den Platten eine zu grosse gewesen wäre und so auch eine nur annähernd genaue Zählung unmöglich gemacht hätte. Ausserdem ist die Sterilisierung der Pipetten viel umständlicher, so dass dies allein schon für Benutzung der ausglühbaren Platinspiralen sprechen würde. Nach gehöriger Mischung des Wassers mit der Nährflüssigkeit wurde letztere in Petri'sche Schalen gegossen und auf einem Kühlapparat zum Erstarren gebracht, worauf die Platten, um das Austrocknen zu verhindern, in den am hiesigen hygienischen Institut gebräuchlichen Kulturbüchsen im Brutschrank bei 30° Celsius aufbewahrt wurden.

Da wir durch vergleichende Zählungen feststellen konnten, dass sich die Zahl der Kolonien nach dem 10. Tage im allgemeinen nicht mehr vermehrte, wurde durchweg am 11. Tage nach dem Giessen der Platten eine Zählung der Kolonien mittelst Lupe auf einer quadrierten Zählplatte vorgenommen. Es waren jedesmal von jeder Probe mehrere Platten gegossen, und sind die unten in den Tabellen angegebenen Zahlen immer das Mittel aus den gefundenen Einzelzahlen. Bemerken will ich nochmals, dass die Wasserproben möglichst schnell im Laboratorium spätestens 1½ Stunden

nach dem Schöpfen verarbeitet wurden, da bei dem in Flaschen aufbewahrten Wasser erfahrungsgemäss sehr bald eine Vermehrung der Keime eintritt, was auch *Prausnitz*[1]) schon 1890 zeigte. Ebenfalls erwähnen *Stutzer* und *Knublauch*[2]) in ihrer Arbeit über den Bakteriengehalt des Rheins, dass sie im Rheinwasser nach 6 Stunden schon eine Verdoppelung der Keime gefunden hätten. Aehnliche Verhältnisse fand auch ich in jüngster Zeit mit Versuchen über den Bakteriengehalt des Strassburger Leitungswassers. Im Folgenden führe ich jetzt tabellarisch die von mir gefundenen Zahlen als Resultate, der von Juni 1899 bis incl. Juni 1900 ausgeführten Versuche an, wobei ich bemerke, dass die Angaben über den Wasserstand von dem in der Nähe der Fischerinsel gelegenem Pegel bei dem Orte Ostwald herrühren und aus den vom Ministerium für Elsass-Lothringen über den Wasserstand der Ill geführten Akten entstammen, deren Durchsicht mir in liebenswürdigster Weise gestattet wurde.

---

[1]) Prausnitz; Der Einfluss der Münchner Kanalisat. auf die Isar etc. Hygienische Tagesfragen IX. München 1890.

[2]) Stutzer und O. Knublauch, Untersuch. über den Bakteriengehalt des Rheinwassers, oberhalb u. unterh. der Stadt Köln; Centralbl. f. allgem. Gesundheitspfl. Jahrg. XIII, Heft 3/4, S. 123.

Tabelle I.

Datum	Tageszeit	Pegel-stand	Wärme in		Zahl der Keime					
					a. d. Oberfläche		50 cm tief	50 cm tief	2 m tief	
			Wasser	Luft	Ufer	Mitte	Ufer	Mitte	Mitte	
Juni 22	mittags	126	18°	24°	26500	—	—	3750	—	Schwül, kleine Regenschauer, trübe
„ 26	mittags	140	17°	20½°	10300	2450	—	1950	—	Regen
„ 30	morgens 6 h.	144	18½°	19½°	—	—	34800	56500	53550	Heftige Gewitterregen
Juli 3	mittags	161	15°	16.3°	18250	28500	—	6600	5500	Trübe
„ 13	mittags	150	19½°	25°	3650	9400	—	7950	1650	Trübe
„ 22	mittags	149	21°	23°	10050	—	7300	15400	14900	Kein Regen, zeitweise Sonne
„ 25	abends 8¼ h.	146	20°	21°	27100	32400	26250	25950	12650	In den letzten 24 Stunden Gewitter
August 2	mittags	122	21°	29°	14200	7500	8650	5200	3900	Sonne
„ 9	mittags	152	18½°	20°	45600	97350	42050	—	48450	In den letzten 24 Std. heft. Gewitterregen
„ 12	morgens 5¾ h.	152	18½°	13½°	21450	18600	5800	13450	8300	Sonne, schön
„ 18	mittags	148	20°	24°	21800	28800	29550	21650	13050	Veränderlich
„ 23	mittags	133	18°	25°	17050	21900	9950	15700	13750	Sonne, schön
„ 26	abends	125	19°	21°	26450	19050	12800	13450	7450	Sonne, schön
„ 31	mittags	117	18°	20½°	14450	18450	11200	12450	10150	Zeitweise bewölkt, trübe
September 7	mittags	117	19½°	24°	9900	8500	2350	6600	5750	Veränderlich, leichte Gewitter
„ 8	morgens	120	22°	18½°	6650	18800	4350	4050	5150	Veränderl.. leichte Gewitter
„ 13	mittags	117	15°	16°	43800	28350	18700	19500	18200	Trübe, in den letzten 4 Tagen vorher Regen
„ 21	mittags	115	13°	16°	4500	3000	3200	1100	7950	Trübe, Regen
„ 23	abends	113	13°	9°	19850	6050	7500	4750	3250	Zeitweise Sonne
„ 26	mittags	120	12°	15°	1050	3000	2450	1700	1400	Regen

Datum	Tageszeit	Pegel-stand	Wärme in		Zahl der Keime					
					a. d. Oberfläche		50 cm tief	50 cm tief	2 m tief	
			Wasser	Luft	Ufer	Mitte	Ufer	Mitte	Mitte	
Oktober 6	mittags	130	13°	14°	17200	24900	11100	19050	14000	Trübe, tags vorher Regen
„ 11	„	135	11°	16°	8950	9250	6150	6200	9200	Nebel, aber kein Regen
„ 18	„	112	11°	11°	10450	17400	17400	17150	12450	Schönes Wetter
„ 23	morgens	88	8°	0°	3750	8500	3300	2800	2700	Schönes Wetter
„ 24	mittags	87	9°	11°	12450	4900	7300	3800	4900	Trübe, kein Regen
„ 27	abends	113	8°	10°	5050	11200	1800	4400	3600	Schönes Wetter
November 2	mittags	111	9½°	19°	5700	3900	2700	2450	1250	Schönes Wetter
„ 11	„	111	10.°	12½°	21950	14600	4850	3750	2850	24Std. vorher heftiger Regen, die letzten 6 Std. schönes Wetter
„ 14	morgens 5 h.	107	8°	3°	5750	7150	3250	2250	1900	Nebel, trocken, trübe
„ 14	morgens 7^{50} h.	107	8°	3°	4700	3250	4500	2650	4350	„ „ „
„ 14	mittags	107	8°	4°	2600	1150	1600	1200	1000	„ „ „
„ 14	nachmittags 3^{45} h.	106	8°	4°	3700	3250	2150	2200	850	„ „ „
„ 14	abends 8½ h.	106	8°	4°	8750	8400	6550	6100	3150	„ „ „
„ 22	mittags	84	6°	2½°	3400	2900	2700	2200	1900	Trübe
„ 28	„	80	5½°	5°	5400	4800	2100	1150	1100	Schönes Wetter, zeitweise trübe
Dezember 4	morgens 5½ h.	86	3°	5°	2100	2100	2100	1650	1050	Schönes Wetter, zeitweise trübe
„ 5	mittags	72	5°	4°	3150	3800	2150	3250	2600	Trübe, schwacher Regen
„ 11	„	88	1°	6°	1150	125?	1350	750	350	Helles, klares Wetter (2 Std. lang etwas Schnee)
„ 11	abends 8 h.	89	0°	8°	1050	250	850	1500	400	Helles, klares Wetter (Wasser in der Flasche gefroren)
„ 16	mittags	84	0°	5°	2600	2250	2200	3400	2550	Trübe, etwas Schneefall
„ 19	„	82	0°	3½°	750	1150	1650	2500	1050	Schönes Wetter
„ 27	„	92	4°	2°	3900	1650	1000	1050	1950	Trübes Wetter

Tabelle II.

Datum	Tageszeit	Pegel-stand	Wärme in		Zahl der Keime					
					a. d. Oberfläche		50 cm tief	50 cm tief	2 m tief	
			Wasser	Luft	Ufer	Mitte	Ufer	Mitte	Mitte	
Januar 3	mittags	123—126	5°	8°	7350	12700	6500	9150	8100	Regen; Wasser sehr hoch, schmutzig gelb
„ 8	morgens 5 h.	96	5°	2°	2850	6700	2150	3150	1650	Trübe, Nebel
„ 11	mittags	101	4½°	2°	1650	2200	1400	1250	1050	Trübe, etwas Schnee, Wasser schmutzig
„ 17	„	129	4°	9°	6300	8250	6000	5950	4100	Starker Regen; Hochwasser mit schmutzig gelber Farbe
„ 19	„	171	4°	4°	6650	8850	5000	3650	4550	Schönes Wetter, Hochwasser mit braungelber Farbe. (Auf den Platten viel Schimmelkolonien)
„ 24	„	117	5°	7°	5150	3500	2750	1700	1550	Regen
Februar 6	„	108	5°	3°	9200	11450	4300	5150	2850	Trübe
„ 9	„	111	3°	—2½°	5100	7200	4650	3750	3050	Heiter
„ 10	abends 8 h.	108	3°	— 2°	2300	4850	1800	2650	900	Trübe
„ 11	morgens 5 h.	110	2°	— 6°	1500	6550	3100	3700	550	„
„ 13	mittags	115	4°	2½°	4200	7450	3350	5150	3750	Schnee, heftiger Regen
„ 15	„	171	2°	3°	6100	8450	5600	9000	6450	Tags vorher Regen, heute heiter
„ 22	„	137	4°	3½°	4400	2950	1500	2600	2550	Trübe
März 2	„	119	5°	0°	4500	3900	2550	2900	2200	Trübe, Regen
„ 6	„	114	4°	7°	1550	1450	1350	1000	1050	Trübe
„ 11	abends	108	7°	8½°	2000	2200	2300	1500	1550	„
„ 17	morgens 5 h.	111	6°	4°	1000	550	900	1150	550	Heiter, windig
„ 22	mittags	108	4°	7°	?	6550	3750	3250	2450	Trübe
„ 28	„	107	7°	12°	Flasche zerbroch.	8500	2150	3900	2350	Veränderlich

Datum	Tageszeit	Pegel-stand	Wärme in		Zahl der Keime					
					a. d. Oberfläche		50 cm tief	50 cm tief	2 m tief	
			Wasser	Luft	Ufer	Mitte	Ufer	Mitte	Mitte	
April 6	mittags	110	8°	11°	4850	4750	3500	3600	2850	Schön, doch 5 Tage lang vorher Regen und Schnee
„ 7	abends 10 h.	103	10°	13°	8200	16300	2700	13500	6650	Veränderlich
„ 8	mittags	108	9°	7°	3700	5250	3800	4000	4450	Trübe (Sonntag)
„ 18	„	111	11°	11°	6350	6000	4300	3400	2900	Veränderlich, windig
„ 25	„	104	13°	16°	26550	9900	8800	8400	8700	Sehr schön
Mai 1	morgens 6 h.	102	12°	8½°	6250	16700	6050	5500	6900	Bedeckt, tags zuvor sehr schön
„ 1	mittags	102	13°	19½°	15900	32050	11300	11600	11200	Schön
„ 1	abends	100	13½°	15°	20400	25700	32100	13500	6600	„
„ 10	mittags	100	14½°	15°	17350	5700	7000	5800	5550	„
„ 19	„	100	13°	8°	5100	7250	5130	6900	4150	Trübe
„ 25	„	108	15°	14°	26550	7700	8800	—	8700	„
Juni 1	„	120	16°	18°	43850	43100	20100	29150	16650	Sehr schön
„ 20	„	128	15°	22°	35350	35500	23000	28250	23850	Schön, aber zeitweise trüb und Gewitterregen, veränderlich
„ 28	morgens 5 h.	128	15°	8½°	21650	18250	7450	8200	7300	Schön

Tabelle III.

Durchschnittszahlen.

Juni bis September.

		Sonne	trübe	veränderl.	Gewitter	Regen
Ufer	Oberfl.	16510	16860	12780	36350	5680
„	50 cm	8660	11030	12080	34370	2450
Mitte	Oberfl.	14620	17540	23800	46080	2725
„	50 cm	11325	8560	12850	29680	1825
„	2 m	8560	7690	8050	29010	

Oktober bis Dezember.

		Sonne	trübe	veränderl.	Gewitter	Regen
Ufer	Oberfl.	3940	6820			12550
„	50 cm	3580	4410			3500
Mitte	Oberfl.	5490	6280			9200
„	50 cm	3905	4905			3500
„	2 m	2660	4250			2675

Januar bis März.

		Sonne	trübe	veränderl.	Gewitter	Regen
Ufer	Oberfl.	4710	3160			5510
„	50 cm	4020	2400			3030
Mitte	Oberfl.	4350	6990			7160
„	50 cm	4390	2700			4970
„	2 m	3660	1620			3940

April bis Juni.

		Sonne	trübe	veränderl.	Gewitter	Regen
Ufer	Oberfl.	22930	10400	16630		
„	50 cm	12860	5950	10000		
Mitte	Oberfl.	19540	7470	19270		
„	50 cm	11470	6200	15250		
„	2 m	8410	6050	11130		

Maximalzahlen.

Juni bis September.

		Sonne	trübe	veränderl.	Gewitter	Regen
Ufer	Oberfl.	26450	43800	21800	45600	10300
„	50 cm	12800	33100	29550	42050	2450
Mitte	Oberfl.	21900	28500	28800	97350	3000
„	50 cm	15700	19500	21650	56500	1950
„	2 m	14900	13200	13050	53550	

Oktober bis Dezember.

		Sonne	trübe	veränderl.	Gewitter	Regen
Ufer	Oberfl.	10450	17200			21950
„	50 cm	17400	11100			4850
Mitte	Oberfl.	17400	24900			16400
„	50 cm	17150	19050			3750
„	2 m	12450	14000			2850

Januar bis März.

		Sonne	trübe	veränderl.	Gewitter	Regen
Ufer	Oberfl.	6650	9200			7350
„	50 cm	5000	4300			6500
Mitte	Oberfl.	8850	11450			12700
„	50 cm	9000	3700			9150
„	2 m	6450	2850			8100

April bis Juni.

		Sonne	trübe	veränderl.	Gewitter	Regen
Ufer	Oberfl.	43850	26550	35350		
„	50 cm	32100	8800	23000		
Mitte	Oberfl.	32050	9900	35500		
„	50 cm	29150	8400	28850		
„	2 m	16650	8700	23850		

Diese Ergebnisse sind nach verschiedenen Richtungen hin interessant. Am meisten in die Augen fallend ist jedenfalls der enorme Unterschied der Zahl der Keime zu den verschiedenen Jahreszeiten. So finden wir in der heissen Jahreszeit durchweg bedeutend höhere Zahlen als im Winter, und liegt auch das Maximum mit 97 350 Keimen in einem Kubikcentimeter im Sommer, und zwar wurden diese am 9. August 1899 mittags gefunden. Die geringste Zahl der in 1 ccm gefundenen Keime war 250; diese Minimalzahl war das Ergebnis aus einer am 11. Dezember abends 8 Uhr entnommenen Wasserprobe. Sind diese beiden Zahlen nun auch die Extreme der aufgefundenen Werte, so ist aber immerhin zwischen den Durchschnittszahlen, welche sich während der verschiedenen Jahreszeiten ergaben, eine grosse Differenz vorhanden, wie ein Vergleich der in Tabelle IV angegebenen Durchschnittszahlen der 4 Jahreszeiten zeigt.

Tabelle IV.

Durchschnittszahlen des gesammten Querschnitts.

Jahreszeit	Zahl der Keime in 1 ccm
Juni bis September 1899	19962
April bis Juni 1900	12237
Oktober bis Dezember 1899	5178
Januar bis März 1900	4174

Es ist also zwischen dem Keimgehalt des Wassers in der Ill ungefähr ein Verhältnis von 3 1/2 im Sommer zu 1 im Winter.

Aehnliche Beobachtungen wurden auch von verschiedenen anderen Autoren früher gemacht; so fand *Dräer*[1]) bei seinen Untersuchungen über das Pregelwasser an derselben Stelle in 1 ccm am

20. XII. 1893	11900 Keime
2. VIII. 1894	800000 Keime.

Auch in den Untersuchungen von *Dirksen* und *Spitta*[2]) finden sich meine Ergebnisse bestätigt. Wie die von diesen Herren gewonnenen Zahlen angeben, welche sich auf den Keimgehalt des Spreewassers an der Friedrichsbrücke in Berlin zu den verschiedenen Jahreszeiten beziehen. *Spitta* und *Dirksen* fanden in 1 ccm Spreewasser am

14/VII	1896	36900 Keime
28/VII		22400 „
11/VIII		84000 „
25/VIII		34000 „
8/IX		14400 „
22/IX		13000 „
6/X		7100 „
20/X		2200 „
3/XI		3000 „
17/XI		2000 „
1/XII		4320 „

[1]) Dräer a. a. O.

[2]) Dirksen und Spitta: Die Veränderungen des Spreewassers auf seinem Laufe durch Berlin in bakteriolog. u. chem. Hinsicht, Arch. f. Hygiene Bd. 35, S. 83.

Dagegen fand *G. Franck*[1]) an der gleichen Stelle im Jahre 1886 am

7/IV	1886	11700	Keime	im	ccm
21/IV		7800	„	„	„
5/V		5800	„	„	„
18/V		5800	„	„	„
2/VI		7000	„	„	„
16/VI		5700	„	„	„
30/VI		8800	„	„	„
14/VII		11500	„	„	„
27/VII		130000	„	„	„
11/VIII		27000	„	„	„
25/VIII		15400	„	„	„
8/IX		65000	„	„	„
22/IX		40000	„	„	„
6/X		75000	„	„	„
20/X		25900	„	„	„
3/XI		22800	„	„	„
17,XI		15300	„	„	„
1/XII		21000	„	„	„
15/XII		12000	„	„	„
5/I	1887	9200	„	„	„
2/II		3900	„	„	„
2/III		61600	„	„	„

Haben wir hier auch noch in der kühlen Jahreszeit zuweilen hohe Zahlen, so ist doch zu bemerken, wie die Maximalzahl mit 130000 Keimen im ccm in den August fällt, während das Minimum mit 3900

[1]) Die Veränderungen des Spreewassers innerhalb und unterhalb Berlins in bakteriologischer und chemischer Hinsicht. Dr. G. Franck Zeitschr. f. Hygiene Bd. 3 S. 355.

Keimen im ccm am 2. II gefunden wurde. Auch *K. B. Lehmann*[1]) fand bei seinen Untersuchungen des Saale-Wassers bei Hof, dass im Sommer der Fluss weit mehr wie im Winter verunreinigt war. Diesen Angaben gegenüber stehen die Zahlen, welche *Thomann*[2]) bei seinen Untersuchungen des Limmat-Wassers bei Zürich gefunden hat, wobei er teilweise im Winter bedeutend höhere Zahlen hatte, als in der heissen Jahreszeit. Dies kann jedoch kaum in Betracht kommen für den natürlichen Zustand des Flusses, da *Thomann* seine Untersuchungen ja an Stellen ausführte, an welchen das Limmat-Wasser wohl schon mit städtischen Verunreinigungen gemischt war.

Von Bedeutung ist ebenfalls noch die Frage, wie verhalten sich die Keimmengen in verschiedenen Tiefen des Flusses? Betrachten wir unsere Ergebnisse, so sehen wir, dass meistenteils das Wasser an der Oberfläche am meisten Keime enthielt, und dass nach der Sohle des Flusses zu eine regelmässige Verringerung desselben eintrat. So haben wir z. B. in der Mitte des Stromes im ccm durchschnittlich

---

[1]) K. B. Lehmann; die Verunreinigung der Saale bei und in der Stadt Hof, ihre Ursachen und die Mittel zur Verhütung. Gutachten erstattet im Auftrage des Stadtmagistrats Hof; Würzburg 1895.

[2]) I. Thomann; Untersuchungen über den gegenwärtigen Stand der Frage der Verunreinigung der Limmat durch die Abwässer der Stadt Zürich, Zeitschr. f. Hygiene. Bd. 33, S. 1.

	Ober-fläche	50 cm tief	2 m tief
Juni bis September	20953	12850	10662
Oktober bis Dezember	6990	4103	3162
Januar bis März	6167	4020	3073
April bis Juni	15427	10973	8530

Wir finden hierin eine Bestätigung schon längst bekannter Thatsachen, welche ja auch die Veranlassung sind, dass diejenigen Städte, die für die Gewinnung ihres Leitungswassers auf das Flusswasser angewiesen sind, dieses aus einer gewissen Tiefe und nicht von der Oberfläche in die Filteranlagen zu leiten suchen. Während diese Ergebnisse für das Flusswasser fast überall die gleichen sind, scheinen die Resultate bei Untersuchungen des Keimgehaltes von Meerwasser in verschiedenen Tiefen direkt entgegengesetzt zu sein, wie ich aus einer mir vorliegenden Arbeit von *Schmidt-Nielsen*[1]) entnehme. Dieser fand nämlich an der Oberfläche des Dröbaksundes oft noch nicht ein Zehntel so viel Keime, wie in der Tiefe von etwa 10 m. Resultate, die auch

[1]) Sigval Schmidt-Nielsen, Beitrag zur Biologie der marinen Bakterien. Biolog. Centralbl. Bd. 21 No. 3 S. 65 1901.

früher schon *Fischer*[1]) in seiner Arbeit über den Bakteriengehalt des Meeres erwähnt.

Schon früher wurde von einigen Autoren (z. B. *Knublauch*) gefordert, dass man bei Flusswasser-Untersuchungen mehr als bisher die Proben sowohl von der Mitte als dem Ufer entnehmen solle, da oft die Unterschiede zwischen den Keimzahlen von Mitte und Ufer sehr grosse seien. Ich bin diesen Forderungen auch nachgekommen und fand wie aus den vorher angeführten Tabellen 1—3 ersichtlich ist, auch durchweg grosse Differenzen. So war z. B. in der warmen Jahreszeit der mittlere Keimgehalt an der Oberfläche

des Ufers	der Mitte
17276	18880;

in den Monaten Oktober bis März

am Ufer	in der Mitte
6578	6115.

In einer Tiefe von 50 cm betrug die mittlere Zahl im Sommer

am Ufer	in der Mitte
12175	12145

und in den Monaten Oktober bis März

am Ufer	in der Mitte
3490	4061

Man sieht hieraus also die volle Berechtigung der obigen Forderung, welcher in neuerer Zeit auch

[1]) B. Fischer; die Bakterien des Meeres. Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldstiftung, Bd. 2.

Kruse[1]) bei seinen Rheinwasser-Untersuchungen schon mit Erfolg nachkam. Dieser fand im Rhein oberhalb der Main-Mündung

am Ufer	in der Mitte
13575	15250

Keime im ccm und bei Oberlahnstein

am Ufer	in der Mitte
5100	4825.

Auch die Untersuchungen von *Stutzer* und *Knublauch*[2]) zeigen, dass man unter allen Umständen auf den gleichen Querschnitt eines Flusses sowohl vom Ufer wie von der Mitte des Stromes Proben entnehmen muss, da auch sie zwischen dem Keimgehalt des Uferwassers und des Wassers von der Mitte des Stromes wesentliche Differenzen fanden, wie eine Untersuchung zeigt, bei welcher die genannten Autoren am linken Ufer 354, in der Mitte 214 Keime im ccm hatten.

Ueber Veränderungen des Bakteriengehaltes bei verschiedener Witterung komme ich nach meinen Untersuchungen zu folgendem Schluss, dass wir bei lange gleichbleibender Witterung nur verhältnismässig geringe Differenzen des Keimgehaltes haben. Dagegen steigt bei Gewittern die Zahl der Keime ganz enorm, wie dies aus der beigefügten Kurve sehr gut ersichtlich ist.

---

[1]) W. Kruse; Beiträge zur praktischen Hygiene. Ueber Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse. Centralbl. f. allgem. Gesundheitspflege Jahrg. XVIII S. 16.

[2]) Knublauch und Stutzer a. a. O.

Dies hat wohl seine Ursache darin, dass hierbei nun auf einmal dem Fluss gewaltige Wassermengen zugeführt werden, welche den in Ortschaften und auf den Feldern angesammelten Unrat und mit ihm eine Unzahl von Keimen fortschwemmen, wobei auch die Seitenflüsse und Bäche natürlich dem Hauptstrom grössere Mengen von Verunreinigungen zuführen. Auch wird bei dem plötzlich erhöhten Wasserstand und der erhöhten Stromgeschwindigkeit viel Schlamm mitgerissen, der ja bekanntlich viel Keime enthält. Dies stimmt auch mit den von Herrn Professor *Forster* mit Dr. *Laas* im hiesigen Institut gemachten Erfahrungen überein. Die beiden Herrn fanden an einer Stelle der Ill etwa 10 km unterhalb Strassburg, wo bei gleichmässig strömendem Wasser und gutem Wetter bis zu 10000 Bakterien im ccm angetroffen werden können, im Winter 1898 bei Hochwasser, welches in Folge eines mehrtägigen sehr heftigen Regens eintrat, an verschiedenen Stellen des Flussquerschnitts im ccm Wasser 45—60000 Keime.

Es wäre interessant gewesen, die Veränderungen im Keimgehalt zu konstatieren, welche eintretendes Hochwasser hervorgerufen hätte. Jedoch befindet sich oberhalb unserer Schöpfstelle bei der Ortschaft Erstein ein Kanal, welcher die Ill mit dem Rhein verbindet und etwaiges Hochwasser der ersteren dem Rheine zuführt und so ein höheres Steigen des Wassers am Unterlaufe der Ill verhindert. Mehrere Kilometer unterhalb unserer Schöpfstelle befinden sich Schleusen und Wehre, wodurch die Ill etwas gestaut wird, um von dort aus Wasser-

kräfte für mehrere Fabriken und Mühlen zu liefern. Diese Verhältnisse bewirken, dass der Wasserstand der Ill an der Strecke, wo wir unsere Proben entnahmen ein verhältnismässig gleichförmiger ist und keine zu grossen Veränderungen am Pegelstand aufweist.

Aus den Versuchen am 14. XI. 1899, 11. XII. 1899 und 1. V. 1900 cfr. Tabelle 1 und 2 geht hervor, dass die Keimmengen sich im Laufe eines Tages bedeutend verändern und zwar scheint es, als wenn abends der Keimgehalt am höchsten wäre, dass also das Tageslicht verhältnismässig wenig Einfluss ausübte, sondern dass dessen Bakterien vernichtende Eigenschaften durch die dem Flusse von Fabriken etc. während des Tages zugeführten Abwässer und sonstigen Verunreinigungen erheblich überwogen wird. Ich bemerke jedoch, dass ich zur Zeit mit eingehenderen Untersuchungen über diesen Gegenstand im hygienischen Institut beschäftigt bin und deren Resultate eventuell später mitteilen werde.

Aus den obigen Darstellungen lassen sich nun folgende Konsequenzen ziehen:

1. Im Wasser eines Flusses, dessen Wasserführung nur relativ geringen Schwankungen ausgesetzt ist, finden sich zu verschiedenen Jahreszeiten verschiedene Mengen Bakterien und zwar ist deren Zahl im Sommer bedeutend höher, wie im Winter.

2. Im Keimgehalt des Wassers am Ufer und in der Mitte des Flusslaufes zeigen sich häufig grosse Unterschiede, besonders in den oberen Schichten.

3. Von besonderem Einflusse sind rasch eintretende Witterungsänderungen; insbesondere bewirken starke Gewitterregen in der Umgegend eine erhebliche Zunahme des Bakteriengehalts.

Figur 1

Flaschenhalter zur Entnahme von Wasserproben von der Oberfläche und aus geringer Tiefe (S. 7)

Fig. I.

Figur 2

stellt den auf S. 8 beschriebenen Apparat gebrauchsfertig mit geschlossener Flasche dar

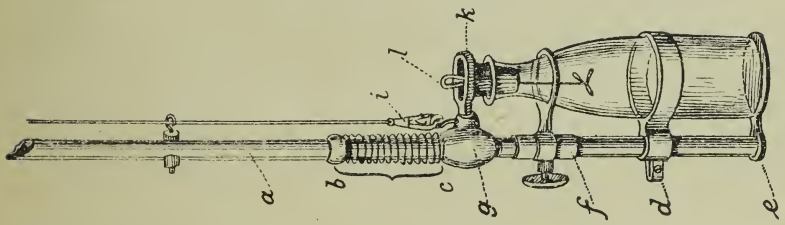


Fig. II.

Figur 3

zeigt denselben Apparat mit geöffneter Flasche

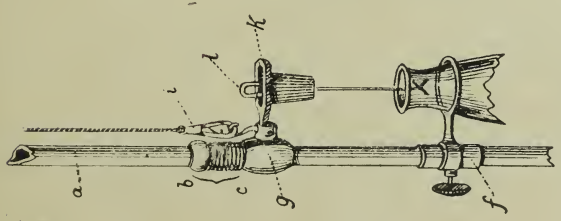
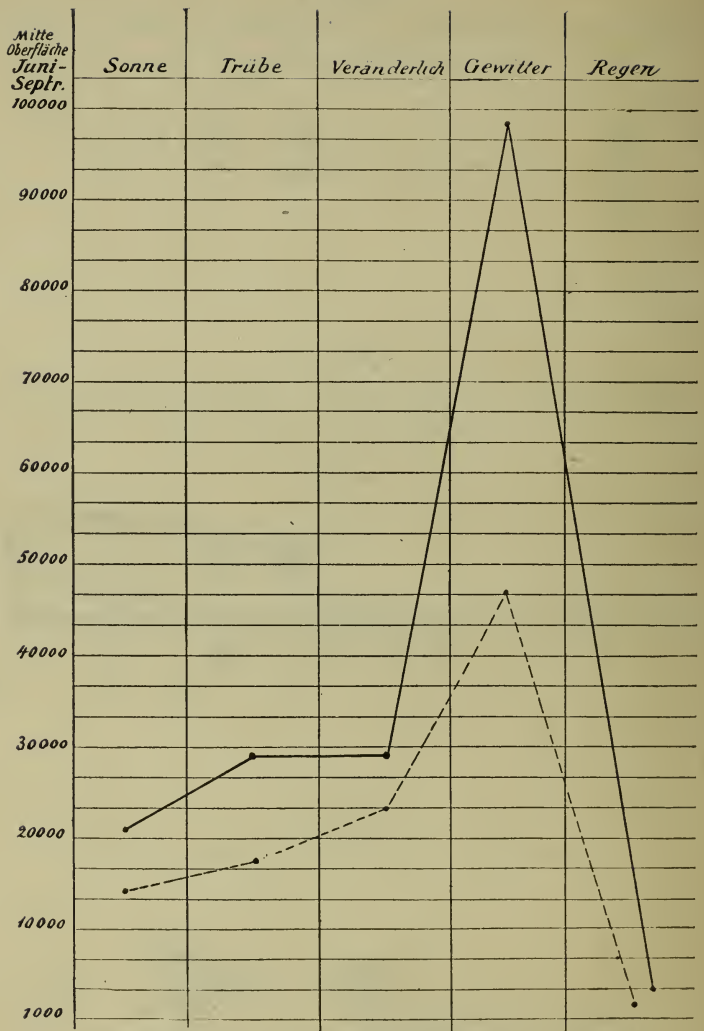


Fig. III.



Die punktirte Linie giebt die Durchschnittszahlen an, während die andere Kurvenlinie die Maximalzahlen angiebt.

Lebenslauf.

Der Verfasser beiliegender Arbeit ist zu Hannover am 9. März 1877 geboren. Er besuchte dort das städtische Gymnasium Lyceum II, welches er Ostern 1896 mit dem Zeugnis der Reife verliess.

Von Ostern 1896 bis Ostern 1898 besuchte er die Universität Strassburg, wo er das Tentamen physicum ablegte. Das Sommer-Semester 1898 studierte er in Heidelberg und das Winter-Semester 1898/99 in Berlin, und kehrte dann Ostern 1899 wieder an die Universität Strassburg zurück, wo er am 16. Februar 1901 als Arzt approbiert wurde. Das Sommer-Semester 1901 ist er als Volontär-Assistent am hiesigen Institut für Hygiene und Bacteriologie beschäftigt.

3 0112 077836952